



FFW

PTO/SB/21 (01-08)

Approved for use through 07/31/2008. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

Application Number	10/711,645
Filing Date	09-29-2004
First Named Inventor	KARLSSON, Jerry
Art Unit	1791
Examiner Name	MAZUMDAR, Sonya
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number 7589.207.PCUS00

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
Remarks Certified Copy of German Priority Application DE10214010.3		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm Name	NOVAK DRUCE + QUIGG LLP		
Signature	/Tracy W. Druce/		
Printed name	Tracy W. Druce		
Date	July 22, 2008	Reg. No.	35,493

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:

Signature	<i>Michelle Williams</i>		
Typed or printed name	Michelle Williams	Date	July 22, 2008

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung DE 102 14 010.3 über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 14 010.3
Anmeldetag: 29. März 2002
Anmelder/Inhaber: Lamera AB, Göteborg/SE
Erstanmelder:
HSSA Sweden AB, Trollhättan/SE
Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung
von Verbundwerkstoffen
IPC: B 32 B 35/00, B 32 B 5/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am
29. März 2002 eingereichten Unterlagen dieser Patentanmeldung unabhängig
von gegebenenfalls durch das Kopierverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 17. Juni 2008
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Feust".

Feust

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von (Kern-) Verbundwerkstoffen oder Verbundstrukturen (Sandwichstrukturen) aus mindestens einer ersten und mindestens einer zweiten Deckschicht, zwischen denen sich eine Kernschicht (Mittelschicht) befindet, die eine Zusammensetzung aus Fasern, wie insbesondere kurzgeschnittenen Fasern (Flockfasern, Flockmaterial), und Klebstoff aufweist.
- 10 15 Die Deckschichten und die Fasern können dabei jeweils aus Stahl, Aluminium oder anderen metallischen Materialien, auch Legierungen, oder aus nichtmetallischen Materialien wie Kunststoffen (zum Beispiel Nylon), Keramik, Textilien oder Pappe oder daraus zusammengesetzten Stoffen oder Mischungen solcher Stoffen bestehen, wobei weder die Deckschichten, noch die Fasern aus dem gleichen Material hergestellt sein müssen. Je nach Anwendungszweck können fast beliebige Materialkombinationen gewählt werden.
- 20 Beispielhafte Materialien für die Deckschichten und die Kernschicht sind in der EP 1 059 160 genannt, die durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Offenbarung gemacht werden soll.
- 25 30 Mit Verbundwerkstoffen der genannten Art lassen sich zahlreiche Vorteile gegenüber massiven Werkstoffen mit gleichen Abmessungen erzielen. In Abhängigkeit von der Art, Form, Dichte, Dicke, Länge und Ausrichtung der Fasern ist zum Beispiel ein besonders geringes Gewicht, eine hohe Biegesteifigkeit oder eine besonders gute Formbarkeit bzw. Flexibilität sowie eine hohe mechanische und akustische Energieabsorption erzielbar, wobei die Strukturen außerdem eine unempfindliche und korrosionsbeständige Oberfläche aufweisen können. Alle diese Eigenschaften können entsprechend der vorgesehenen Verarbeitung (wie Biegen, Tiefziehen, Schweißen, Schneiden usw.) sowie der Anwendung des Verbundmaterials gezielt optimiert werden.
- 35 Aus der WO 98/01295 sind zum Beispiel Sandwichstrukturen bekannt, die zwischen mindestens zwei Platten metallische Fasern aufweisen. Damit soll in erster Linie eine höhere Temperaturfestigkeit erzielt werden als mit solchen Strukturen,

die Fasern aus organischen Stoffen enthalten. Die Herstellung, die auch in der EP 0 333 685 beschrieben wird, erfolgt dabei in der Weise, dass die Platten mit einem Klebstoff beschichtet und anschließend die metallischen Fasern durch Beschleunigung in einem elektrostatischen Feld auf mindestens eine der Klebstoffsichten aufgebracht werden (elektrostatischer Flockungsprozess), so dass sie durch den Klebstoff im wesentlichen senkrecht zu der Platte fixiert werden. Anschließend werden die Platten aneinander gepresst und der Klebstoff ausgehärtet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit der Verbundwerkstoffe und -strukturen der eingangs genannten Art kostengünstig und mit hoher Qualität gefertigt werden können.

Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren - insbesondere unter Anwendung einer solcher Vorrichtung - anzugeben, mit dem Verbundwerkstoffe und -strukturen der eingangs genannten Art kostengünstig und mit hoher Qualität gefertigt werden können.

Die Aufgaben werden mit einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bzw. einem Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst.

Ein besonderer Vorteil dieser Lösungen besteht darin, dass eine kontinuierliche und im wesentlichen unterbrechungsfreie Herstellung möglich ist, die zu relativ kostengünstigen Verbundwerkstoffen bzw. -strukturen führt.

Weiterhin können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren Verbundwerkstoffe und -strukturen mit neuen Eigenschaften und für neue Anwendungen hergestellt werden.

Die Anwendungen betreffen dabei insbesondere die Bereiche Automobil- und Motorradtechnik, Flugzeug- und Schiffbau, jeweils auch im Schutzbereich (zum Beispiel zur Panzerung oder Einkapselung von Maschinen mit schnell drehenden Teilen), sowie die Herstellung von Gehäusen, Behältern, Containern, Verpackungen und sogar Möbeln, wobei die Verbundwerkstoffe und -strukturen flächig oder gewölbt - zum Beispiel auch dreidimensionale Formelemente - sein können.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen einzelner Komponenten der

Vorrichtung bzw. einzelner Verfahrensschritte zum Inhalt, mit denen eine gezielte Veränderung einzelner Herstellungsparameter möglich ist, so dass in relativ einfacher Weise Verbundwerkstoffe und -strukturen mit gewünschten physikalischen Eigenschaften zum Beispiel im Hinblick auf ihr Gewicht, ihre Biegesteifigkeit, ihre Formbarkeit bzw. Flexibilität, ihre mechanische und akustische Energieabsorption, ihre elektrische Leitfähigkeit usw. sowie ihre Verarbeitbarkeit erzielt werden können.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnung. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung von Verbundplatten;
- 15 Fig. 2 einen Querschnitt durch eine mit der Vorrichtung hergestellte erste Verbundplatte;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch eine erste Einrichtung zum Aufbringen eines Klebstoffs auf eine Deckschicht; und
- 20 Fig. 4 einen Querschnitt durch eine gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte zweite Verbundplatte.

Die Vorrichtung soll im folgenden anhand einer Ausführungsform zur kontinuierlichen Herstellung von Verbundplatten aus zwei Deckschichten in Form von Metallfolien, zwischen die eine Kernschicht mit Flockfasern eingebracht wird, erläutert werden. Wenn anstelle einer oder beider Metallfolien eine oder mehrere solche Verbundplatten verwendet werden, kann damit auch eine mehrfache Verbundstruktur hergestellt werden.

30 Figur 1 zeigt schematisch eine solche Vorrichtung. Eine erste und eine zweite Metallfolie 1, 2, die jeweils eine Dicke von zum Beispiel etwa 0,2 mm aufweisen, werden in jeweils aufgewickelter Form in die Vorrichtung eingebracht. Alternativ dazu ist es auch möglich, eine Metallfolie mit im wesentlichen doppelter Breite einzubringen, in Längsrichtung (Förderrichtung) zu teilen und diese Teile dann als erste und zweite Metallfolie entsprechend der folgenden Beschreibung zuzuführen.

35 Die erste Metallfolie 1 wird zunächst mittels einer ersten Rolle 3 an einer ersten

- Einrichtung 4 vorbeigeführt, mit der ein Klebstoff 5 auf die erste Metallfolie 1 aufgebracht wird. In ähnlicher Weise wird die zweite Metallfolie 2 über eine zweite Rolle 6 geführt und läuft dabei an einer zweiten Einrichtung 7 vorbei, mit der ein Klebstoff 5 auf die zweite Metallfolie 2 aufgetragen wird. Gegebenenfalls müssen 5 die Metallfolien 1, 2 vor dem Auftragen des Klebstoffs 5 in üblicher Weise zum Beispiel durch Anätzen und / oder Aufrauen vorbehandelt oder zur Oberflächenaktivierung einer Coronabehandlung unterzogen und gereinigt werden (nicht dargestellt).
- 10 Anschließend wird die mit Klebstoff 5 beschichtete erste Metallfolie 1 durch eine Beflockungseinrichtung 8 geführt, die vorzugsweise gekapselt und klimatisiert ist und mit der das aus einzelnen Fasern 9 mit einer Dicke von zum Beispiel etwa 5 bis etwa 40 µm, insbesondere etwa 22 µm, und einer Länge von zwischen etwa 0,1 und etwa 20 mm, insbesondere zwischen etwa 1 und etwa 5 mm, bestehende Flockmaterial auf die mit Klebstoff 5 beschichtete Fläche der ersten Metallfolie 1 aufgebracht wird, und zwar in der Weise, dass die Fasern 9 möglichst einzeln und mit einer gewünschten Ausrichtung relativ zu der ersten Metallfolie 1, im allgemeinen senkrecht zu dieser, in der Klebstoffsicht fixiert werden. Dieser Vorgang wird 15 auch als Flockungsprozess bezeichnet.
- 20 Die beiden Metallfolien 1, 2 werden anschließend zwischen einer dritten und einer vierten Rolle 10, 11 zusammengeführt und dann in einen Trockner 12 geleitet. Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform weist der Trockner 12 an seinem Eingang ein erstes Rollenpaar 121 und an seinem Ausgang ein zweites Rollenpaar 122 auf, zwischen denen sich eine Heiz- oder Kühleinrichtung mit kontinuierlichem Presswerk 123 mit Pressplatten 123a, 123b befindet. Die beiden Metallfolien 1, 2 werden zwischen die Rollen des ersten Rollenpaars 121, zwischen die Pressplatten 123a, 123b sowie zwischen die Rollen des zweiten Rollenpaars 122 geführt. Mit 25 den Pressplatten 123a, 123b werden die Metallfolien 1, 2 - je nach Art des verwendeten Klebstoffs 5 - gegebenenfalls aufgeheizt und gleichzeitig aneinander gepresst, so dass der Klebstoff 5 aushärtet und eine sichere Verbindung zwischen den beiden Metallfolien 1, 2 und den Fasern 9 erzielt wird. Anschließend werden die Metallfolien 1, 2 in definierter Weise wieder auf Umgebungstemperatur abgekühlt, um ein 30 Verziehen zu vermeiden.
- 35 Am Ausgang des Trockners 12 befindet sich schließlich eine Schneideeinrichtung

13, mit der die verpressten Metallfolien 1, 2 in gewünschter Weise zugeschnitten werden.

5 Zur Förderung der ersten und zweiten Metallfolie 1, 2 durch die Vorrichtung ist eine Fördereinrichtung 20 (schematisch angedeutet) vorgesehen, mit der die erste und die zweite Rolle 3, 6 sowie die dritte und die vierte Rolle 10, 11 in Drehungen versetzt werden. Weiterhin wird vorzugsweise auch das erste und das zweite Rollenpaar 121, 122 in dem Trockner 12 angetrieben, um eine sichere Führung der ersten und zweiten Metallfolie 1, 2 durch die Heiz- und Kühleinrichtung 123 zu gewährleisten.

10

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch eine mit der Vorrichtung hergestellte erste Verbundplatte, in der die erste und die zweite Metallfolie 1, 2, sowie die dazwischen liegende Kernschicht 30 mit im wesentlichen senkrecht stehenden Fasern 9, sowie die beiden Schichten aus Klebstoff 5 zu erkennen sind.

15

Im folgenden sollen nun einzelne Komponenten der Vorrichtung im Detail beschrieben werden.

20

Die beiden Einrichtungen 4, 7 zum Aufbringen des Klebstoffs 5 auf die Metallfolien 1, 2 können in verschiedener Weise ausgestaltet sein und nach verschiedenen Verfahren arbeiten. Die Auswahl des Verfahrens ist insbesondere von der Art und Konsistenz des Klebstoffs 5, der Oberfläche der Metallfolien 1, 2 sowie davon abhängig, ob die gesamte Fläche oder nur bestimmte Bereiche mit Klebstoff 5 beschichtet werden sollen. Je nach Art des Klebstoffs 5 sind die erste und die zweite Rolle 3, 6, deren Umgebung und / oder die Metallfolien 1, 2 in diesem Bereich sowie im Bereich der Beflockungseinrichtung 8 gegebenenfalls auch beheizbar (zum Beispiel mit einem Luftstrom, durch Infrarot- oder UV-Strahlung oder auf induktivem Wege usw.), um ein zu frühes Abkühlen des Klebstoffs 5 zu verhindern und dessen Auftrag zu erleichtern bzw. diesen in einem solchen Maße flüssig zu halten, dass die Fasern 9 während der anschließenden Beflockung sicher in diesen eindringen können. Bei entsprechend dünnflüssigem Klebstoff 5 könnte dieser durch die Erwärmung auch teilweise angehärtet werden, um die Fasern 9 sicher fixieren zu können.

25

Bei einem dem Siebdruck ähnlichen Verfahren wird der Klebstoff 5 auf ein Sieb (nicht dargestellt) aufgebracht, das auf den zu beschichtenden Metallfolien 1, 2 an-

30

geordnet wird. Anschließend wird der Klebstoff 5 mit einer Flutrakel auf dem Sieb verteilt und dann mit einer Streichrakel durch das Sieb auf die Metallfolie 1, 2 gedrückt, wie es von den Siebdruckverfahren bekannt ist, wobei durch die Stellung, das Material, den Druck und die Form der Rakel die Menge des aufgebrachten Klebstoffs beeinflusst werden kann. Mit diesem Verfahren kann eine besonders gleichmäßige Verteilung auch bei nicht ganz ebener Oberfläche der Metallfolien 1, 2 erzielt werden.

Dabei kann es insbesondere zur Erzielung einer gleichmäßigen Klebstoff-Schichtdicke vorteilhaft sein, über dem Sieb eine Heizeinrichtung anzurichten und den Klebstoff und / oder das Sieb zu erwärmen, um durch eine entsprechende Temperaturhöhung die Viskosität des Klebstoffs herabzusetzen und seine Fließfähigkeit zu verbessern.

Zur Verbesserung der Ablösung des Klebstoffs von dem Sieb kann dieses auch mit einer entsprechenden Antihalt-Beschichtung und / oder einer die Ablösung erleichternden Oberflächenstruktur versehen sein.

Der Klebstoff 5 kann auch in mehreren Schichten übereinander aufgebracht werden. Dies kann zum einen dazu dienen, eine bestimmte Schichtdicke zu erzielen, und zwar insbesondere dann, wenn eine zweite Schicht mit einem vermindernden Druck auf die erste Schicht aufgetragen wird. Zum anderen kann mit einem zweiten Beschichtungsvorgang auch ein Vervollständigen und Schließen der ersten Schicht herbeigeführt werden, insbesondere wenn mit dem ersten Siebdruckvorgang nicht an allen Stellen (genügend) Klebstoff aufgebracht werden konnte. Diese Beschichtungsvorgänge können auch mehrfach und mit unterschiedlichem Druck wiederholt werden.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, über eine aufgebrachte Klebstoffschicht einen Warmluftstrom zu führen. Es hat sich nämlich überraschend gezeigt, dass damit Bläschen, die sich in der Klebstoffschicht befinden, beseitigt werden können und die Oberfläche der Klebstoffschicht besonders eben wird.

Das Sieb kann auch in Form einer für den Klebstoff 5 durchlässigen Trommel ausgebildet sein (Rotationssiebdrucktechnik), in der sich die Rakel befindet und in die der Klebstoff 5 eingebracht wird, so dass dieser beim Abrollen der Trommel auf der

Metallfolie 1, 2 durch die Wand der Trommel auf die Metallfolie 1, 2 gelangt. Die Ablösung des Klebstoffs kann zusätzlich zu den oben beschriebenen Maßnahmen durch einen ausreichend großen Trommeldurchmesser verbessert werden.

- 5 Eine weitere Alternative, bei der ebenfalls das vom Siebdruck bekannte Prinzip angewandt wird, ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Hierbei wird ein flexibles und für den Klebstoff 5 teildurchlässiges Band, zum Beispiel ein Textilband 41, mittels dreier Rollen 42, 43, 44 geführt und auf die zu beschichtende Metallfolie 1 (2) gedrückt. Das Textilband 41 wird dabei im allgemeinen durch die geförderte Metallfolie 1 (2) mitgenommen, so dass ein eigener Antrieb gegebenenfalls nicht erforderlich ist. Auf der der Metallfolie 1 (2) gegenüberliegenden Seite des Textilbandes 41 befindet sich eine stationäre Rakel 45, die einen in Bewegungsrichtung des Textilbandes 41 vor ihr liegenden Klebstoffvorrat 46 durch das Textilband 41 auf die Metallfolie 1 (2) drückt. Der Klebstoffauftrag kann wiederum im wesentlichen durch die Stellung, das Material, den Druck und die Form der Rakel beeinflusst werden.

Der mit dem Textilband 41 mitgeführte Klebstoff 5 wird vorzugsweise durch ein Abstreifelement (nicht dargestellt) im Bereich der Rolle 44 abgenommen. Mindestens eine der Rollen 42, 43, 44 ist vorzugsweise verschiebbar gelagert, so dass die Spannung des Textilbandes 41 einstellbar ist.

Mit diesen Vorrichtungen bzw. Verfahren ist es auch möglich, mit einem nur in bestimmten Bereichen durchlässigen Sieb bzw. Textilband 41 den Klebstoff 5 nur an bestimmten Stellen oder in Form bestimmter Muster auf die Metallfolien 1, 2 aufzubringen. Die Erzeugung dieser Muster auf dem Sieb bzw. dem Textilband 41 ist von den üblichen Siebdruckverfahren bekannt.

Solche Muster können zum Beispiel eine Wabenstruktur haben, die sich aus einer Anzahl von Vielecken (Dreieck, Fünfeck, Sechseck, Achteck) zusammensetzt. Weiterhin können Klebstoffmuster in Form von Spiralen, Rechtecken, Kreisen, Punkten, Kreislinien, Ellipsen, Sternen, Kreuzen, sowie anderen geometrischen Formen und beliebigen Kombinationen davon erzeugt werden.

Die Wahl eines solchen Musters kann nicht nur zur Einsparung von Klebstoff 5 und Fasermaterial, sondern auch in Abhängigkeit von der späteren Anwendung der Verbundplatte vorgenommen werden. Wenn die Verbundplatten zum Beispiel ver-

schweißt oder geschnitten werden sollen, so werden die Metallfolien 1, 2 an den späteren Schweißpunkten oder Schweißnähten oder Schnittlinien nicht mit Klebstoff 5 beschichtet, um eine besonders saubere Schweißnaht bzw. Schneidkante zu erzielen, die frei von Klebstoff 5 und damit auch frei von Fasern 9 ist. Außerdem entstehen dann während des Schweißens keine Dämpfe aufgrund von verbrennendem Klebstoff. Wenn auch entlang von Knick- oder Faltkanten kein Klebstoff 5 aufgetragen wird, wird auch die spätere diesbezügliche Bearbeitung erleichtert.

Eine nur lokale Beschichtung mit Klebstoff 5 bietet sich ferner dann an, wenn gezielt lokal unterschiedliche (richtungsabhängige) mechanische, akustische, thermische, Absorptions-, Schwingungs- oder andere physikalische Eigenschaften des Verbundwerkstoffes (Gradientwerkstoffeigenschaften) erzielt werden sollen.

Bei einer großflächigen Beschichtung einer Metallfolie 1 (2) mit Klebstoff können bei unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten beider Materialien Eigenspannungen entstehen. Diese können zumindest weitgehend vermieden werden, wenn der Klebstoff in einer nichtzusammenhängenden Schicht, die zum Beispiel aus einzelnen Klebstoffinseln (Punktmuster) gebildet ist, aufgebracht wird. Auch ein solches Klebstoffmuster lässt sich vorzugsweise mit dem vom Siebdruck bekannten Verfahren auftragen.

Damit lässt sich gleichzeitig ein weiteres Problem lösen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei Anwendung der meisten zur Zeit bekannten Klebstoffe eine Erwärmung des Verbundwerkstoffes zu einer erheblichen Herabsetzung der Delaminationsfestigkeit führt. Wenn der Klebstoff jedoch nicht in einer zusammenhängenden Schicht, sondern in Form einer Mehrzahl von Klebstoffinseln aufgebracht wird, bleibt diese Delaminationsfestigkeit auch bei erhöhter Temperatur wesentlich höher.

Schließlich ist es auch möglich, zwischen den Metallfolien 1, 2 bestimmte Bereiche als Hohlräume oder Kanäle von Klebstoff frei zu halten, durch die später zum Beispiel ein flüssiges oder gasförmiges Medium geführt oder in die vor dem Zusammenfügen der beiden Metallfolien 1, 2 Gegenstände eingelagert werden.

Alternativ zu dem Siebdruck-Auftrag ist insbesondere ein solcher selektiver Klebstoff-Auftrag auch mit einem Sprühsystem zu erzielen, wenn dieses eine Mehrzahl von einzeln ansteuerbaren Sprühdüsen aufweist, die zur Erzielung oder Aufrechter-

haltung einer ausreichend niedrigen Klebstoffviskosität vorzugsweise beheizbar sind. Ein solches Sprühsystem ist vorzugsweise rechnergesteuert, so dass auf relativ einfache Weise nahezu beliebige Klebstoffmuster auf den Metallfolien 1, 2 erzeugt werden können.

5

Vorteilhaft kann auch die Anwendung einer ggf. beheizbaren Breitschlitzdüse sein, mit der eine erste Klebstoffschicht (Vorauftrag) oder die gesamte Klebstoffschicht (Vor- und Endauftrag) aufgebracht wird.

10

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Klebstoff 5 durch Rakeln direkt auf die Metallfolien 1, 2 aufzutragen. Zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Klebstoffschicht wird die betreffende Metallfolie 1, 2 im allgemeinen mit einer Umlenkwalze an der Rakel vorbeigeführt oder - im Falle eines diskontinuierlichen Verfahrens - auf einem Vakuum-Tisch fixiert. In ähnlicher Weise kann der Klebstoff 5 auch aufgerollt und dann mit einer Messerklinge o.ä. kalibriert werden, wobei in beiden Fällen nach dem Auftrag ein bestimmtes Klebstoffmuster auch mit einer kamm-ähnlichen Rakel eingebracht werden kann, die über die beschichtete Metallfolie 1, 2 gezogen wird.

15

20

Die Art des verwendeten Klebstoffs 5 wird im wesentlichen durch die Art des Aufbringens, die spätere Anwendung des Verbundwerkstoffs und insbesondere dessen gewünschte Eigenschaften wie Steifigkeit oder Flexibilität, Festigkeit usw., sowie die Art und Verteilung der Flockfasern bestimmt. Es kommen dabei im wesentlichen drei Klebstoffsorten in Betracht. Dies sind die sogenannten Reaktivkleber, bei denen es sich um bei normalen oder erhöhten Temperaturen aushärtende Kleber handelt, weiterhin Zwei-Komponenten-Kleber, sowie die bekannten Thermoplaste.

25

Wenn zum Beispiel eine besonders hohe Steifigkeit des Materials gewünscht wird, bieten sich schaumähnliche bzw. aufschäumende Klebstoffe 5 an, die - bei konstant gehaltenem Abstand der Metallfolien 1, 2 - während des Aushärtens die Fasern 9 weitgehend umschließen und dadurch zu einer besonders festen und kompakten Verbindung zwischen den beiden Metallfolien 1, 2 und den Fasern 9 führen.

30

Wenn hingegen eine gute mechanische oder akustische Energieabsorption und Verformbarkeit des Verbundwerkstoffs erzielt werden soll, bieten sich Klebstoffe 5 an, die auch in ausgehärtetem Zustand eine gewisse Flexibilität aufweisen. In diesem

Fall können bekannte heißschmelzende Klebstoffe oder Epoxy-Klebstoffe verwendet werden.

Wenn der Verbundwerkstoff durch Umformprozesse wie zum Beispiel Tiefziehen bearbeitet werden soll, so sind bevorzugt Klebstoffe anzuwenden, deren Festigkeit auch in ausgehärtetem Zustand durch Erwärmung abnimmt. Der Verbundwerkstoff wird dann insgesamt flexibler und elastischer und kann ohne Schäden in größerem Maße verformt werden, wobei auch die dazu erforderlichen Kräfte geringer sind. Gegebenenfalls ist bei entsprechender Wahl des Klebstoffs und einer ausreichenden Erwärmung sogar eine manuelle Formung möglich.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, den Klebstoff 5 in Form einer Klebstofffolie oder mehrerer Klebstofffolien-Abschnitte auf die Metallfolien 1, 2 aufzubringen, wobei in die Klebstofffolie auch Muster mit beliebiger Form (zum Beispiel durch Ausstanzen) eingebracht werden können. Die Adhäsion auf den Metallfolien 1, 2 kann zum Beispiel über eine elektrostatische Aufladung erreicht werden. Die Dicke der Folie entspricht dabei entweder der Dicke der gewünschten Klebstoffschicht, oder es wird eine Klebstofffolie mit größerer Dicke entsprechend gestreckt und ausgewalzt. Damit können gleichzeitig auch Lufteinschlüsse vermieden bzw. beseitigt werden. Durch Erwärmen der Klebstoffschicht und/oder der Metallfolien 1, 2 während des nachfolgenden Beflockungsvorgangs wird dann sichergestellt, dass die Fasern in ausreichendem Maße in die Klebstoffschicht eindringen können und dort fixiert werden.

Schließlich ist es auch möglich, die erste Metallfolie 1 in der oben beschriebenen Weise mit einem viskosen Klebstoff 5 zu beschichten, nach dem Beflocken eine Klebstofffolie auf die Fasern 9 aufzulegen und dann die zweite Metallfolie 2 ggf. nach Erwärmen damit zu verpressen.

Die oben beschriebenen Maßnahmen können zur Optimierung des Klebstoffauftrags auch miteinander kombiniert werden.

Nach der Beschichtung der Metallfolien 1, 2 mit Klebstoff 5 wird mit der Beflockungseinrichtung 8 der Flockungsprozess durchgeführt. Auch die Beflockungseinrichtung 8 kann nach verschiedenen Verfahren arbeiten, die in Abhängigkeit von der Art des Materials, aus dem die Fasern 9 bestehen, sowie der Dicke,

der Länge und der gewünschten Dichte bzw. Verteilung der Fasern 9 auf der ersten Metallfolie 1 gewählt werden.

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl des Verfahrens sind wiederum die gewünschten Eigenschaften des Verbundmaterials. Wenn eine möglichst hohe Flexibilität und Verformbarkeit gewünscht ist, sollten die Fasern 9 möglichst senkrecht zu der Oberfläche der Metallfolien 1, 2 fixiert werden. Wenn hingegen eine möglichst hohe Steifigkeit des Verbundmaterials angestrebt wird, sollten die Fasern 9 in stärkerem Maße ungeordnet und insbesondere schräg bzw. diagonal und einander überkreuzend angeordnet sein.

Mit einer Heizeinrichtung (Warmluftstrom, Infrarot- oder UV-Strahlung, induktive Erwärmung usw.) kann bei der Beflockung die Viskosität des Klebstoffs 5 herabgesetzt werden, um sicherzustellen, dass die Fasern 9 in ausreichendem Maße in die Klebstoffsschicht eindringen können.

Die Ausgangssubstanz für den Flockungsprozess ist im allgemeinen ein Bündel von metallischen Drähten oder ein Bündel von Fasern aus einem anderen der eingangs genannten Materialien, die zunächst auf eine gewünschte Länge zugeschnitten werden.

Die in Figur 1 gezeigte Ausführung der Beflockungseinrichtung 8 weist einen oder mehrere Behälter 81, 82 auf, in die die zugeschnittenen Fasern 9 eingebracht werden und die jeweils mit einem für die Fasern 9 durchlässigen Boden versehen sind, durch den die Fasern 9 auf die erste Metallfolie 1 gelangen können. Die Behälter 81, 82 einerseits und die Metallfolie 1 andererseits werden auf unterschiedliche elektrische und / oder magnetische Potentiale gelegt, so dass zwischen beiden ein elektrisches und / oder magnetisches Feld entsteht. Zu diesem Zweck sind eine entsprechende Spannungsquelle sowie Mittel zum Erzeugen des elektrischen und / oder magnetischen Feldes (nicht dargestellt) vorgesehen. Die Feldstärke und die Durchlässigkeit der Böden der Behälter 81, 82 sind so aufeinander abgestimmt, dass die Fasern 9 durch die Böden hindurchtreten, durch das elektrische Feld in Richtung auf die Metallfolie 1 beschleunigt werden und dann mit einem Ende in die Klebstoffsschicht eindringen, so dass sie dort zum Beispiel im wesentlichen senkrecht zu der Metallfolie 1 stehen bleiben.

Zur Erzielung einer gewünschten Faserdichte in der Klebstoffschicht kann insbesondere die Feldstärke, der Abstand zwischen den Behältern 81, 82 und der Metallfolie 1 und die Geschwindigkeit, mit der die Metallfolie 1 bewegt wird, verändert werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine Vibrationseinrichtung (nicht dargestellt) vorzusehen, mit der mindestens einer der Behälter 81, 82 zur Erhöhung bzw. Modulation der Menge von durch den betreffenden Boden hindurchtretenden Fasern 9 sowie zu deren Auflockerung einer Vibrationsbewegung in horizontaler und / oder vertikaler Richtung ausgesetzt wird.

10 Ein weiterer Parameter, mit dem die Dichte und die Verteilung bzw. Homogenität der Fasern 9 beeinflusst werden kann, ist die Art des Bodens des / der Behälter 81, 82. Dies betrifft insbesondere die Anzahl, die Größe, die Form und die Dichte der Öffnungen in dem betreffenden Boden, wobei zur Erzielung unterschiedlicher Abgabemengen von Fasern 9 auch entsprechende Blendeneinrichtungen vorgesehen sein können, mit denen zumindest einige der Öffnungen ganz oder teilweise geschlossen werden können.

20 Insbesondere dann, wenn der Boden des / der Behälter 81, 82 als Sieb ausgebildet ist, können dessen Abgabeeigenschaften auch durch dessen Formung, Prägung und / oder Strukturierung beeinflusst werden. Ein solches Sieb ist vorzugsweise in Kombination mit einer Vibrationseinrichtung ("Schüttelsieb") anzuwenden, um die in den betreffenden Behälter 81, 82 eingebrachten Fasern aufzulockern, voneinander zu lösen und zu vereinzeln, und dadurch zu verhindern, dass sich das Sieb an einzelnen Stellen mit Fasern mehr oder weniger stark zusetzt. Dabei kann es auch vorteilhaft sein, die Vibration des Siebes mit unterschiedlichen Frequenzen und / oder unterschiedlichen Amplituden durchzuführen, wobei zusätzlich auch akustische Druckwellen eingesetzt werden können, um beispielsweise Faserklumpen im Sieb aufzulösen oder Fasern 9 mit unterschiedlicher Länge optimal sieben zu können.

30 Um die Klumpenbildung von Fasern 9 zu hemmen oder zu vermeiden, können diese auch mit einer geeigneten Beschichtung versehen werden. Eine solche Beschichtung kann auch eine Komponente eines Zwei-Komponenten-Klebstoffs sein, wobei die zweite Komponente gemäß obiger Beschreibung mit der ersten bzw. zweiten Einrichtung 4, 7 auf die zu beschichtende Metallfolie 1 bzw. 2 aufgebracht wird.

35

Weiterhin kann zwischen den Behältern 81, 82 und der Metallfolie 1 eine Elektrode

(nicht dargestellt) zum Beispiel in Form eines Rings angeordnet werden, der gegenüber der Metallfolie 1 bzw. dem Behälter 81, 82 auf ein solches Spannungspotential gelegt wird, dass dadurch die Fasern 9 nach dem Prinzip der Triodenröhre zusätzlich beschleunigt oder abgebremst werden.

5

Eine Steuerung der Menge der abgegebenen Fasern sowie der Richtung, mit der der Faserstrom auf die Metallfolie 1 gerichtet wird, kann auch unter Anwendung des von der Braunschen Röhre bekannten Funktionsprinzips erfolgen. Dabei können eine wie ein Wehneltzylinder ausgebildete Einrichtung sowie verschiedene zylindrische Elektroden zur Focussierung und Beschleunigung eines entsprechenden Faserstroms dienen, der darüberhinaus mit elektrischen und / oder magnetischen Feldern durch entsprechende Ansteuerung der diese Felder erzeugenden Einrichtungen mit unterschiedlichen Richtungen auf die Metallfolie 1 gelenkt wird.

10

15 Durch Veränderung aller dieser Parameter während des Betriebes der Beflockungseinrichtung 8 können auf der Klebstoffschicht auch Bereiche mit unterschiedlichen Faserdichten bzw. Bereiche mit inhomogener Faserverteilung erzielt werden.

20

Delaminationsprüfungen haben gezeigt, dass die Fasern 9 in der befolkten Klebstoffschicht der ersten Deckschicht (bei dem beschriebenen Verfahren die erste Metallfolie 1) stärker verankert sind, als in der Klebstoffschicht der zweiten Deckschicht (zweite Metallfolie 2), die auf die erste Deckschicht aufgebracht wurde, nachdem der Klebstoff 5 ausgehärtet worden ist. Um eine möglichst gleichmäßige Delaminationsfestigkeit und gleichmäßige Verteilung anderer Eigenschaften auf beide Deckschichten zu erzielen, werden beide Deckschichten in der Weise mit einem Positiv-Negativmuster befolklt, dass nach ihrem Zusammenfügen die befolkten Bereiche in der Kernschicht jeweils nebeneinander liegen bzw. zahnartig ineinandergreifen.

25

30

Zu diesem Zweck können zur Beflockung jeweils Schablonen (nicht dargestellt) verwendet werden, mit denen auf einer Deckschicht ein Muster in Form von befolkten Bereichen erzeugt wird, das das Negativ des Musters auf der anderen Deckschicht darstellt, so dass diese sich beim Zusammenfügen der Deckschichten gegenseitig ergänzen.

Die Schablonen sind vorzugsweise in Form eines Bandes zum Beispiel aus einem Textil- oder einem Folienmaterial ausgebildet und werden jeweils nach Art eines Endlosbandes mit drei Rollen mit gleicher Geschwindigkeit wie die zu befolkende Deckschicht geführt. Dies hat den Vorteil, dass überschüssige Fasern 9, die nicht durch die Öffnungen in der Schablone auf die betreffende Deckschicht gelangt sind, im Bereich einer der Rollen mit einer Abstreif- oder Absaugvorrichtung entfernt werden können.

Alternativ dazu können die Fasern 9 auch durch entsprechend der jeweiligen Muster angeordnete Röhren hindurch, die einen gewünschten Querschnitt haben, aufgebracht werden, wobei die Röhren (nicht dargestellt) jeweils kurz oberhalb der Klebstoffschicht der jeweiligen Metallfolie 1, 2 enden und dort gegebenenfalls ein Sieb aufweisen, so dass sie im übrigen im wesentlichen die Funktion der Behälter 81, 82 ausüben. Auch in diesem Fall können die Fasern 9 gemäß obiger Erläuterung mit elektrischen und / oder magnetischen Feldern beschleunigt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Erzielung einer bestimmten DichteVerteilung der Fasern 9 besteht darin, einen schäumenden Klebstoff 5 punktförmig auf verschiedene Stellen der ersten Metallfolie 1 aufzutragen, dann dort jeweils ein Faserbüschel aufzusetzen und den Klebstoff 5 vorzuhärten. Durch die dabei auftretende Aufschäumung werden die einzelnen Fasern 9 voneinander beabstandet und / oder in ihrer Richtung ähnlich einem Blumenstrauß aufgefächert, so dass örtlich Bereiche mit relativ gleichmäßiger Faserdichte entstehen, wobei die Anzahl und der Abstand dieser Orte wiederum in Abhängigkeit von der vorgesehenen Anwendung des Verbundwerkstoffes bestimmt werden. Das Zusammenfügen der Metallfolien 1, 2 sowie das endgültige Aushärten des Klebstoffs wird dann gemäß der weiter unten folgenden Erläuterung vorgenommen.

Bei einer zweiten Ausführung der Beflockungseinrichtung 8 kann anstelle der Behälter 81, 82 eine Schneideeinrichtung vorgesehen sein, mit der die zugeführten Faserbündel über der Metallfolie 1 mit einem Laserstrahl oder auf mechanische Weise geschnitten und dann direkt - zum Beispiel unter Einwirkung eines konstanten oder variablen elektrischen und / oder magnetischen Feldes gemäß obiger Erläuterung - auf die Metallfolie 1 geführt werden.

35

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Fasern 9 in im wesentlichen ungeschnit-

tenem Zustand zunächst auf der Klebstoffsicht zu fixieren und anschließend zum Beispiel mit einem Messer oder einem Laserstrahl in einer gewünschten Höhe über der Metallfolie 1 abzuschneiden.

- 5 Zur Erzielung einer in wesentlichem Maße nicht-senkrechten und ungeordneten Ausrichtung der Fasern 9 relativ zu der Metalloberfläche kann während oder unmittelbar nach dem Aufbringen der Fasern 9 ein stetiger oder verwirbelter Luftstrom auf die Fasern 9 und / oder die Metallfolie 1 gerichtet werden. Zu diesem Zweck ist vorzugsweise im Bereich der Beflockungseinrichtung 8 eine entsprechende
10 Gebläseeinrichtung (nicht dargestellt) vorgesehen. Sofern die Fasern 9 mit einer gemeinsamen Vorzugsrichtung schräg zur Oberfläche der Metallfolie 1 ausgerichtet werden sollen, bietet sich die Anwendung einer Klinge an, die nach dem Aufbringen der Fasern 9 über die befolkte Fläche gestrichen wird.
- 15 Bei geeignetem Fasermaterial können die Fasern 9 auch mit einem entsprechenden elektrischen und / oder magnetischen Feld ausgerichtet werden. Als Parameter, mit denen die Ausrichtung beeinflußt werden kann, sind im wesentlichen die Stärke und Richtung des Feldes, der Abstand der das Feld erzeugenden Einrichtung von der befolkten Fläche sowie die Bewegungsgeschwindigkeit der befolkten Fläche anzusehen. Durch eine Mehrzahl von relativ kleinen Felderzeugungseinrichtungen, die einzeln angesteuert werden, kann auch eine Ausrichtung der Fasern 9 erzielt werden, die sich musterartig über die gesamte befolkte Fläche gezielt einstellen läßt.
20
25 Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die befolkte Fläche unter einem Metallstab vorbeizuführen, wobei der Metallstab und die Fasern 9 auf solchen Potentialen liegen, dass die Fasern 9 von dem Metallstab angezogen oder abgestoßen und auf diese Weise schräg gestellt werden.
- 30 Schließlich ist vorzugsweise und insbesondere in dem Fall, in dem nur bestimmte Bereiche der Metalloberfläche mit Klebstoff 5 beschichtet wurden, eine dritte Einrichtung (nicht dargestellt) vorgesehen, mit der die zwischen diesen Bereichen liegenden Fasern 9 entfernt werden, bevor die Metallfolien 1, 2 zusammengefügt werden. Diese dritte Einrichtung kann eine Abblas- oder Absaugvorrichtung sein, oder die Fasern werden zum Beispiel mittels eines elektrischen und / oder magnetischen
35 Feldes entfernt.

Insbesondere bei einem relativ dünnflüssigen Kleber 5 kann es vorteilhaft sein, diesen unmittelbar vor oder nach dem Aufbringen der Fasern 9 etwas anzuhärten, um damit bereits eine Vor-Fixierung der Fasern 9 zu erzielen, bevor die beiden Metallfolien 1, 2 zusammengefügt werden. Das Anhärten kann zum Beispiel mit einem entsprechenden Heißluftstrom, durch induktive Erwärmung oder durch Bestrahlung mit Infrarot- oder UV-Licht unmittelbar vor dem Eintritt der ersten Metallfolie 1 in die Beflockungseinrichtung 8 erfolgen. Sofern dabei die Gefahr besteht, dass sich die Metallfolie 1 verzieht, kann dies dadurch verhindert werden, dass diese entweder nur teilweise mit Klebstoff 5 beschichtet und / oder eine Metallfolie 1 mit höherer Festigkeit verwendet wird.

Wenn andererseits ein Klebstoff 5 mit einer sehr hohen Viskosität gewählt wird, kann es sinnvoll sein, diesen vor dem Beflocken durch Aufheizen etwas flüssiger zu machen, so dass die Fasern 9 besser in die Klebstoffschicht eindringen können. Dies gilt auch für den auf die zweite Metallfolie 2 aufgebrachten Klebstoff 5 vor dem Zusammenfügen mit der ersten Metallfolie 1. Eine solche Erwärmung kann wiederum zum Beispiel mit Hilfe eines Warmluftstroms, durch Bestrahlung mit Infrarot- oder UV-Licht, durch induktive Erwärmung des ggf. mit Metallpartikeln versetzten Klebstoffs 5 und / oder der Metallfolien 1, 2 und / oder der Fasern 9, oder, wie bereits erwähnt wurde, mit Hilfe der beheizbaren Rollen 3, 6 erreicht werden.

Eine Alternative zur Beflockung der Metallfolie 1 mit Fasern 9 besteht darin, anstelle des Klebstoffs 5 eine mit einem Mischer hergestellte Mischung aus Klebstoff 5 und Fasern 9 auf die erste und / oder die zweite Metallfolie 1, 2 aufzubringen. Damit kann zum einen eine besonders willkürliche und ungeordnete Ausrichtung der Fasern relativ zu der Oberfläche der Metallfolien 1, 2 erreicht werden. Andererseits ist es aber auch möglich, durch Anlegen eines elektrischen und / oder magnetischen Feldes die Fasern 9 wie oben beschrieben auszurichten. In beiden Fällen kann es auch ausreichend sein, nur eine der beiden Metallfolien 1, 2 zu beschichten.

Insgesamt können somit zur Erzielung von entlang einer Breite und / oder Länge des Verbundwerkstoffs unterschiedlichen (richtungsabhängigen) physikalischen und / oder elektrischen Eigenschaften die Fasern 9 mit unterschiedlicher Art, Dichte, Dicke, Länge und / oder unterschiedlicher Ausrichtung relativ zu den Deckschichten auf mindestens eine der Deckschichten aufgebracht werden, wobei die oben beschriebenen Maßnahmen ggf. auch miteinander kombiniert werden können. Die ge-

genseitige Verschiebbarkeit der Deckschichten kann dabei einen wesentlichen Einfluß auf diese richtungsabhängigen Eigenschaften haben.

5 Die Ausgestaltung des Trockners 12, mit dem die beiden Metallfolien 1, 2 durch Aneinanderpressen und Aushärten des Klebstoffs 5 fest miteinander verbunden werden, und insbesondere deren Abstand, die Höhe der Temperatur und des Drucks sowie die Dauer von deren Einwirkung auf die Metallfolien 1, 2, ist im wesentlichen von der Art des verwendeten Klebstoffs 5 und der Dicke und Qualität der Metallfolien 1, 2 abhängig.

10 Zur unterscheiden ist diesbezüglich insbesondere zwischen den heißschmelzenden Klebstoffen, die in warmem oder heißem Zustand flüssig sind und durch Abkühlen aushärten, sowie anderen Klebstoffen wie zum Beispiel Epoxy-Klebstoffen, die durch Hitzeeinwirkung aushärten. In Abhängigkeit davon weist das Presswerk 123 ggf. zusätzlich eine entsprechende Heizeinrichtung auf.

20 In dem Fall, in dem der Verbundwerkstoff durch Umformvorgänge wie zum Beispiel Tiefziehen bearbeitet werden soll, bei denen der Werkstoff im allgemeinen erwärmt wird, ist insbesondere ein solcher Klebstoff vorteilhaft, dessen Festigkeit mit zunehmender Temperatur abnimmt, so dass sich die Kernschicht fließend der Formgebung der Metallfolien 1, 2 anpassen kann.

25 Wesentlich dafür, dass sich die Metallfolien 1, 2 beim Härteln nicht verziehen, ist eine möglichst homogene und gleichmäßige Erwärmung in dem Presswerk 123 sowie anschließend eine möglichst gleichmäßige Abkühlung, und zwar jeweils möglichst beider Metallfolien 1, 2 gleichzeitig.

30 Dies kann zum einen dadurch erreicht werden, dass die beiden Metallfolien 1, 2 nach dem Erreichen des Presswerkes 123 zunächst auf eine Starttemperatur erwärmt werden, bevor sie dann weiter auf die Aushärtungstemperatur des Klebstoffs aufgeheizt und gleichzeitig zusammengepreßt werden. Die Starttemperatur kann dabei in Abhängigkeit von der Aushärtungstemperatur des Klebstoffs und der Stärke der Metallfolien 1, 2 zum Beispiel etwa 100°C betragen.

35 Eine andere Möglichkeit besteht darin, die beiden Metallfolien 1, 2 nicht direkt mit den Pressplatten 123a, 123b in Berührung zu bringen, sondern zwischen diese und

- die Metallfolien 1, 2 jeweils ein Flächenelement (nicht dargestellt) wie zum Beispiel ein Blech, eine Metallplatte, eine Folie, ein Textilmaterial usw. einzubringen, das eine höhere Wärmekapazität und / oder eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit als die Metallfolien 1, 2 aufweist. Damit wird erreicht, dass die Metallfolien 1, 2 nicht schlagartig an den (ersten) Berührungsstellen mit den Pressplatten 123a, 123b erwärmt werden, sondern dass ein Temperaturgefälle zwischen den Pressplatten und den Metallfolien 1, 2 entsteht, über das diese gleichmäßig und langsamer erwärmt werden. Der Aufheizvorgang lässt sich durch geeignete Wahl des Materials für die Flächenelemente und deren Dicke optimieren.
- 10 Die Flächenelemente können nach dem Pressen und Aushärten des Klebstoffs 5 auch dazu dienen, eine gleichmäßige Abkühlung der Metallfolien 1, 2 sicherzustellen und damit ein Verziehen zu vermeiden. Sofern erforderlich kann die Abkühlung auch durch ein entlang oder über die freien Seiten der Flächenelemente geführtes Kühlmittel gesteuert werden. Zu diesem Zweck können die Flächenelemente auch entsprechende Kühlmittelkanäle aufweisen.
- 15 Insbesondere bei besonders dünnen Metallfolien 1, 2 und / oder solchen mit relativ schlechter Qualität kann die Gefahr der Ausbildung von Dellen auch weitgehend dadurch vermieden werden, dass die Temperatur in dem Preßwerk 123 vermindert und dafür die Preßdauer entsprechend verlängert wird.
- 20 Auch Lufteinschlüsse können zu Dellen führen, wenn die Luft beim Zusammenfahren der Preßplatten 123a, 123b nicht schnell genug entweichen kann. Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, dass zwischen die Metallfolien 1, 2 einerseits und die Pressplatten andererseits ein hitzebeständiges Gewebe (z. B. Glasfasergewebe) eingelegt wird, durch das die Luft seitlich auch aus dem Preßwerk 123 entweichen kann.
- 25 30 Die beiden Metallfolien 1, 2 können besonders gleichmäßig und schnell auch mittels einer an sich bekannten induktiven Heizung (nicht dargestellt) erwärmt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Fasern 9 metallisch sind und auch der Klebstoff 5 metallische Partikel enthält, da in diesem Fall die Wärme auch zwischen den Metallfolien 1, 2 entsteht und eine besonders schnelle und gleichmäßige Erwärmung des Klebstoffs 5 ermöglicht und auch ein Verziehen der Metallfolien 1, 2 verhindert wird.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Aushärtung des Klebstoffs 5 zwischen den beiden Metallfolien 1, 2 in zwei oder mehr Stufen durchzuführen. Dabei könnte zum Beispiel nach dem Zusammenfügen der Metallfolien 1, 2 in dem Trockner 12 gemäß Figur 1 mit einer ersten Stufe eine Vorhärtung in dem Maße erfolgen, dass die Metallfolien 1, 2 beim späteren Endhärten nicht mehr expandieren. Die Metallfolien 1, 2 könnten dann zunächst mit der Schneideeinrichtung 13 in gewünschter Weise zugeschnitten werden, um anschließend die einzelnen Teile in einer zweiten Stufe (nicht dargestellt) mit gleicher oder höherer Temperatur, mit der die Endfestigkeit erreicht wird, endzuhärten, wobei die Teile zu diesem Zweck in einen entsprechenden Ofen mit aufgrund der Vorhärtung im wesentlichen beliebiger Lage eingebbracht werden können.

Bei Verwendung eines bekannten Preßwerkes 123 ist im allgemeinen der Abstand, auf den die Metallfolien 1, 2 in dem Trockner 12 zusammengedrückt werden, einstellbar. In Abstimmung mit der Menge des auf die Metallfolien 1, 2 aufgebrachten Klebstoffs 5 beziehungsweise der Dicke der Klebstoffschicht lassen sich im Hinblick auf die Kompaktheit der entstehenden Kernschicht zwei Alternativen unterscheiden, die zu unterschiedlichen Materialeigenschaften führen.

Bei der ersten Alternative ist der Abstand so groß und / oder die Menge des Klebstoffs 5 beziehungsweise die Dicke der Klebstoffschicht so gering, dass die auf der ersten Metallfolie 1 befindlichen Faser 9 mit ihren freien Enden nur so weit in die Klebstoffschicht auf der zweiten Metallfolie 2 eindringen, dass nach dem Aushärten des Klebstoffs eine sichere Verbindung zwischen beiden Metallfolien 1, 2 gewährleistet ist.

Bei der zweiten Alternative werden die Metallfolien 1, 2 auf einen so geringen Abstand zusammengedrückt und / oder die Menge des Klebstoffs 5 beziehungsweise die Dicke der Klebstoffschicht so weit erhöht, dass zwischen den Metallfolien 1, 2 eine im wesentlichen homogene, die Fasern vollständig umschäumende bzw. umschließende und poröse bzw. kompakte Kernschicht entsteht.

Hierbei ist allerdings sicherzustellen, dass eventuell in der Klebstoffschicht vorhandene Luftblasen im wesentlichen entweichen können, oder dass die Klebstoffschicht vor dem Zusammenfügen der Metallfolien 1, 2 zumindest im wesentlichen frei von

solchen Blasen ist. Dies kann zum Beispiel dadurch erreicht werden, dass zwischen dem Aufbringen des Klebstoffs 5 und dem Zusammenfügen der Metallfolien 1, 2 eine bestimmte Zeitdauer verstreicht, oder ein (Heiß-) Luftstrom über die Klebstoffschicht geführt wird, so dass die unter seiner Oberfläche befindlichen Blasen zerplatzen.

Für bestimmte Anwendungen und aus Gründen des Material-Recycling kann es wünschenswert sein, auf Klebstoff 5 zumindest weitgehend zu verzichten. In diesem Fall können die Fasern 9 zunächst gemäß der Darstellung in Figur 4 in eine Trägersubstanz 91 in Form eines Bogens aus Papier oder einem ähnlichen Material eingebbracht werden, so dass sie zu beiden Seiten der Trägersubstanz 91 mit ihren freien Enden hervorstehen. Gegebenenfalls werden die Fasern 9 dann durch Kürzen der freien Enden auf die gewünschte Länge gebracht (zum Beispiel mittels eines Laserstrahls), bevor auf die Faserspitzen ein elektrisch leitender Klebstoff 5 aufgebracht und die Trägersubstanz 91 dann auf die erste Metallfolie 1 aufgelegt wird.

Anschließend werden die Fasern 9 durch induktives Erwärmen des Klebstoffs 5 auf die erste Metallfolie 1 geklebt. Durch die Trägersubstanz 91 wird gewährleistet, dass sie dabei ihre im wesentlichen senkrechte Stellung relativ zu der Metallfolie 1, oder - sofern sie mit einem Anstellwinkel in die Trägersubstanz 91 eingebbracht wurden - diesen Winkel während des Klebevorgangs beibehalten. Nach dem Erkalten des Klebstoffs 5 kann die Trägersubstanz 91 entfernt und die zweite Metallfolie 2 zum Beispiel mit einem weiteren solchen Klebevorgang aufgebracht werden.

Weiterhin ist es auch möglich, metallische Fasern 9 durch induktives Heftschweißen direkt auf der Metallfolie 1 (2) zu befestigen. Zu diesem Zweck wird zunächst ein Substrat auf die erste Metallfolie 1 aufgebracht, in das die Fasern 9 beim Beflocken leicht eindringen können, so dass sie fixiert sind. Anschließend wird die erste Metallfolie 1 induktiv erhitzt. Durch entsprechende Wahl der Leitfähigkeit des Substrates ist eine gezielte Erhitzung des Übergangs zwischen der ersten Metallfolie 1 und den Fasern 9 erzielbar, so dass beide miteinander verschweißt werden. In gleicher Weise oder nach einer der oben erläuterten anderen Arten wird dann die zweite Metallfolie 2 aufgebracht.

Die oben beschriebenen Herstellungsverfahren sind - mit wenigen Ausnahmen, die für einen Fachmann offensichtlich sind - auch dann anwendbar, wenn anstelle einer

oder beider Metallfolien 1, 2 bzw. Metallplatten ein nichtmetallisches Material (zum Beispiel Kunststoffe wie Kevlar o. a.) als Deckschicht verwendet wird, oder wenn die Fasern 9 aus einem nichtmetallischen Material hergestellt sind. Insbesondere wäre es auch möglich, Bögen aus Papier oder Pappe anstelle einer oder beider Metallfolien 1, 2 zu verwenden, wodurch eine wesentliche Gewichtseinsparung erzielt werden kann.

10 Insbesondere bei Verwendung einer Mischung aus metallischen und nichtmetallischen Fasern 9, auch mit unterschiedlichen Mischungsverhältnissen entlang einer befolkten Fläche, können gezielt bestimmte Parameter wie zum Beispiel die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Deckschichten oder die mechanischen Dämpfungseigenschaften beeinflusst bzw. eingestellt werden. Dies betrifft zum Beispiel auch die Verwendung einer Mischung von Fasern 9 mit unterschiedlicher Länge und / oder Dicke und ggf. unterschiedlichen Mischungsverhältnissen entlang der befolkten Fläche.

20 Mit einem entsprechenden Anteil von kürzeren oder verformten Fasern, die nur mit einem Ende in einer Klebstoffsicht fixiert sind und mit dem anderen Ende frei stehen, kann eine erhebliche Verbesserung der schall- und schwingungsdämpfenden Eigenschaften der Verbundstruktur erzielt werden kann. Diese Eigenschaften sind dabei umso besser, je höher der Anteil an solchen kürzeren oder verformten Fasern in der Beflockung ist. Der damit eventuell verbundene geringe Verlust an Festigkeit könnte - sofern erforderlich - zum Beispiel durch eine Erhöhung der gesamten Faserdichte im wesentlichen ausgeglichen werden.

25 Gegebenenfalls können anstelle der Fasern 9 auch kugelförmige, quaderförmige oder ähnlich geformte Körper verwendet werden.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch zur Herstellung von mehrfachen Verbundstrukturen geeignet, bei denen mehrere Lagen der oben beschriebenen Art mit Fasermaterial zusammengefügt werden, oder indem eine zusätzliche Lage eines gleichen oder anderen Materials auf die Verbundstruktur aufgebracht wird, um dieser besondere mechanische oder andere Eigenschaften zu verleihen.

35 Weiterhin können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht nur flächige Verbundstrukturen hergestellt werden. Es könnte zum Beispiel auch ein doppelwand-

ges Rohr geschaffen werden, indem zunächst ein Innenrohr mit Klebstoff beschichtet und beflockt und anschließend ein Blech darumgelegt oder ein Streifen aus Metall oder einem anderen Material als Außenrohr wendelförmig darauf aufgewickelt und der Klebstoff ausgehärtet wird.

5

Die Festigkeit der in der oben beschriebenen Weise hergestellten Verbundstrukturen kann gegebenenfalls auch durch abschließendes Tempern weiter erhöht werden.

10

Die mechanischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffe können mit Hilfe der numerischen Methode der finiten Elemente relativ genau vorausberechnet werden. Dabei können insbesondere die Einflüsse der Dichte, des Durchmessers, der Ausrichtung, der Fixierung sowie des Materials der verwendeten Fasern, die Einflüsse des Materials und der Schichtdicke des Klebstoffs, sowie des Materials und der Dicke der Deckschichten ermittelt werden. Ferner lassen sich damit auch die Einflüsse verschiedener Klebstoff- bzw. Beflockungsmuster (Form, Flächendeckungsgrad, Muster) auf den Deckschichten auf die mechanischen und thermodynamischen Eigenschaften ermitteln.

15

Weiterhin kann mit der numerischen Methode der finiten Elemente auch der Wärmeverzug der Verbundwerkstoffe insbesondere bei der Kombination verschiedener Materialien untersucht werden. Zu diesem Zweck wird der Eigenspannungszustand, der durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen in dem Klebstoff und den Deckschichten entsteht, berechnet.

20

25 Das erfindungsgemäße Verfahren ist schließlich auch zur Herstellung von Werkstücken aus vorgeformten Deckschichten geeignet, die in der beschriebenen Weise mit Klebstoff beschichtet, beflockt und anschließend zusammengefügt werden, wenn die entsprechenden Einrichtungen zum Halten und Führen der Deckschichten in geeigneter Weise ausgebildet sind.

30

35

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes aus mindestens einer ersten und mindestens einer zweiten Deckschicht (1, 2), zwischen denen sich eine Kernschicht (30) befindet, die eine Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) aufweist, mit:
 - 5 mindestens einer Zuführung (3; 6) für die mindestens eine erste und die mindestens eine zweite Deckschicht (1; 2);
 - 10 mindestens einer ersten Einheit (4, 7; 8) zum Erzeugen und / oder Aufbringen der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) auf mindestens eine der Deckschichten (1, 2);
 - 15 mindestens einer zweiten Einheit (12) zum Zusammenfügen der Deckschichten (1, 2) und zum Aushärten des Klebstoffs (5); sowie einer Fördereinrichtung (20), mit der die zugeführten Deckschichten (1, 2) kontinuierlich durch die Vorrichtung förderbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Einheit mindestens eine erste und mindestens eine zweite Einrichtung (4, 7) zum Aufbringen des Klebstoffs (5) sowie mindestens eine Beflockungseinrichtung (8) zum Aufbringen der Fasern (9) auf die mit dem Klebstoff (5) beschichteten Bereiche mindestens einer der Deckschichten (1, 2) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die erste Einheit zum Erzeugen der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) einen Mischer zum Mischen des Klebstoffs (5) mit den Fasern (9) sowie mindestens eine erste und mindestens eine zweite Einrichtung zum Aufbringen der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) auf mindestens eine der Deckschichten (1, 2) aufweist.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine erste und die mindestens eine zweite Einrichtung (4, 7) ein für den Klebstoff (5) oder die Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) zumindest in Teilbereichen durchlässiges Sieb aufweist, durch das der Klebstoff (5) oder die Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) auf die Deckschichten (1, 2) aufbringbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Sieb in Form eines um eine Mehrzahl von Rollen (42, 43, 44) geführten Bandes (41) ausgebildet ist, das mit einem Abschnitt auf der Deckschicht (1) ruht und durch dessen Förderung mitbewegt wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Einrichtung (4, 7) durch ein Sprühsystem mit einer Mehrzahl von ansteuerbaren Sprühdüsen gebildet ist.
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Beflockungseinrichtung (8) mindestens einen Behälter (81, 82) mit einem für die Fasern (9) durchlässigen Boden sowie mindestens ein Mittel zum Erzeugen eines elektrischen und / oder magnetischen Feldes zwischen dem mindestens einen Behälter (81, 82) und der mindestens einen ersten Deckschicht (1) aufweist, so dass die durch den Boden hindurchtretenden Fasern (9) in Richtung auf die mindestens eine erste Deckschicht (1) beschleunigt werden.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Vibrationseinrichtung vorgesehen ist, mit der mindestens einer der Behälter (81, 82) zur Erhöhung oder Modulation der Menge der durch den Boden hindurchtretenden Fasern (9) einer einstellbaren Vibration aussetzbar ist.
- 20 25 9. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stärke des elektrischen und / oder magnetischen Feldes zur Veränderung oder Modulation der Menge von auf die mindestens eine erste Deckschicht (1) auftreffenden Fasern (9) veränderbar ist.
- 30 10. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (9) in der Kernschicht (30) unterschiedliche Art und / oder Dichte und / oder Dicke und / oder Länge und / oder unterschiedliche Ausrichtung relativ zu den Deckschichten (1, 2) aufweisen.
- 35 11. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Einheit (12) ein Preßwerk (123) und eine

Heizeinrichtung aufweist, mit der der Klebstoff (5) vor- und / oder aushärtbar ist.

12. Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes aus mindestens einer ersten und mindestens einer zweiten Deckschicht (1, 2), zwischen denen sich eine Kernschicht (30) befindet, die eine Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) aufweist, insbesondere mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Schritte zum Erzeugen und / oder Aufbringen der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5), zum Zusammenfügen der Deckschichten (1, 2), sowie zum Härteten des Klebstoffs (5) in einem im wesentlichen kontinuierlichen Durchlaufbetrieb ausgeführt werden.
- 10 13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Aufbringens der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) einen ersten Schritt zum Beschichten mindestens einer der Deckschichten (1, 2) mit Klebstoff (5) sowie einen zweiten Schritt zum Beflocken mindestens einer mit Klebstoff beschichteten Deckschicht (1, 2) mit Fasern (9) umfasst.
- 15 20 14. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Erzeugens und Aufbringens der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) einen ersten Schritt zum Mischen der Fasern (9) mit dem Klebstoff (5) und einen zweiten Schritt zum Beschichten mindestens einer der Deckschichten (1, 2) mit der Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) umfasst.
- 25 30 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Beschichtens mit einem dem Siebdruck entsprechenden Verfahren durchgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der aufgebrachten Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) und / oder der Abstand, mit dem die Deckschichten (1, 2) zusammengefügt werden, so bemessen wird, dass zwischen den Deckschichten (1, 2) eine im wesentlichen homogene, die Fasern umschäumende bzw. umschließende Kernschicht (30) entsteht.

17. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) in Form eines Musters so auf die Deckschichten (1, 2) aufgebracht wird, dass die Bereiche, in denen der Verbundwerkstoff zum Beispiel durch Schweißen, Schneiden oder Knicken zu bearbeiten ist, von Klebstoff (5) frei bleiben.
18. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung aus Fasern (9) und Klebstoff (5) so aufgebracht wird, dass damit zwischen den Deckschichten (1, 2) Bereiche abgegrenzt werden, die zur Führung von flüssigen oder gasförmigen Medien oder zur Aufnahme von Gegenständen vorgesehen sind.
19. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass dem Klebstoff (5) vor dem Beflocken durch Erwärmung eine zum Eindringen der Fasern (9) geeignete Viskosität verliehen wird.
20. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Härtung des Klebstoffs (5) in mindestens zwei Stufen vorgenommen wird.
21. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (9) auf eine Trägersubstanz (91) aufgebracht werden, die Trägersubstanz (91) auf mindestens eine Deckschicht (1, 2) aufgelegt wird und die Fasern (9) anschließend mit der Deckschicht (1, 2) verklebt werden.

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen

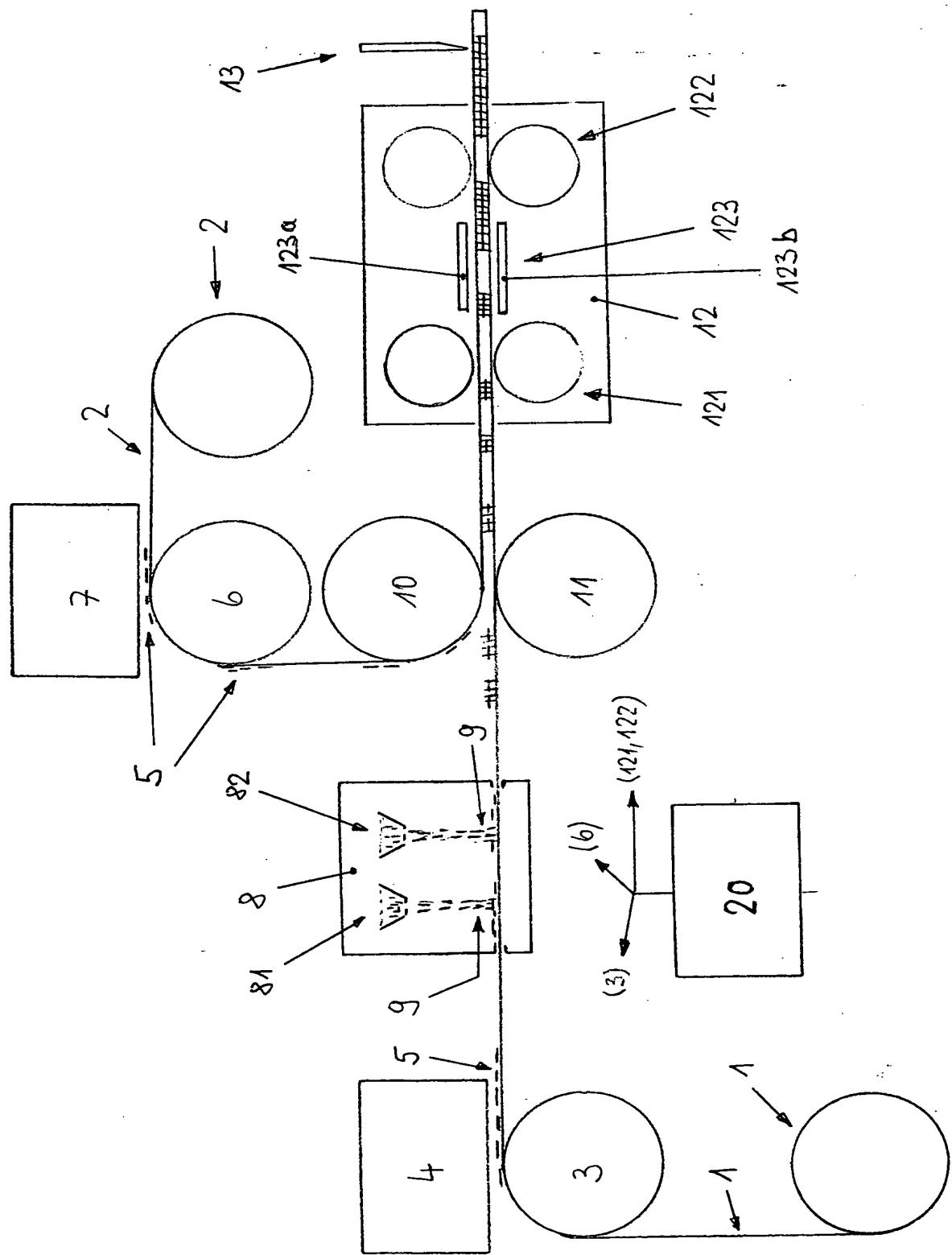
- 5 Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines Kern-Verbundwerkstoffes (Sandwichstruktur) aus mindestens einer ersten und mindestens einer zweiten Deckschicht (1, 2), zwischen denen sich eine Kernschicht (Mittelschicht) mit insbesondere kurzgeschnittenen Fasern (9) befindet, beschrieben, mit der / dem eine kontinuierliche und im wesentlichen unterbrechungsfreie Herstellung möglich ist, die zu relativ kostengünstigen Verbundwerkstoffen führt. Mit verschiedenen Ausführungsformen können außerdem einzelne Herstellungsparameter gezielt verändert werden, so dass in relativ einfacher Weise Verbundwerkstoffe mit gewünschten physikalischen Eigenschaften z. B. im Hinblick auf ihre Festigkeit, Steifigkeit, Flexibilität, ihr mechanisches und akustisches Absorptionsvermögen, ihre Verarbeitbarkeit usw. sowie für neue Anwendungen hergestellt werden können. (Fig. 1)

20

25

30

35



1
FIG.

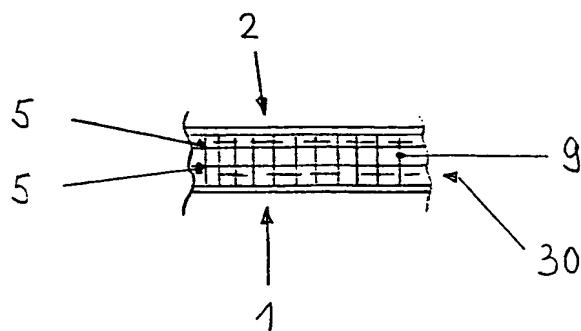


FIG. 2

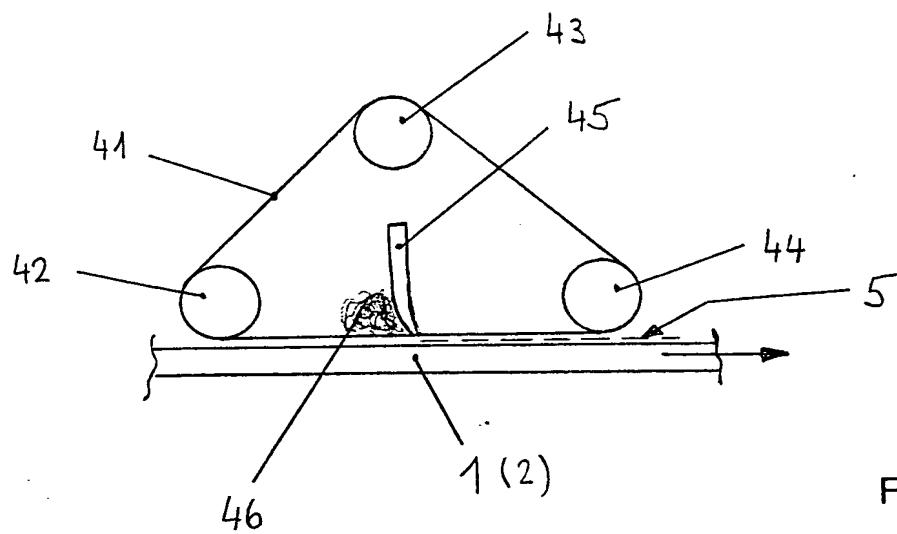


FIG. 3

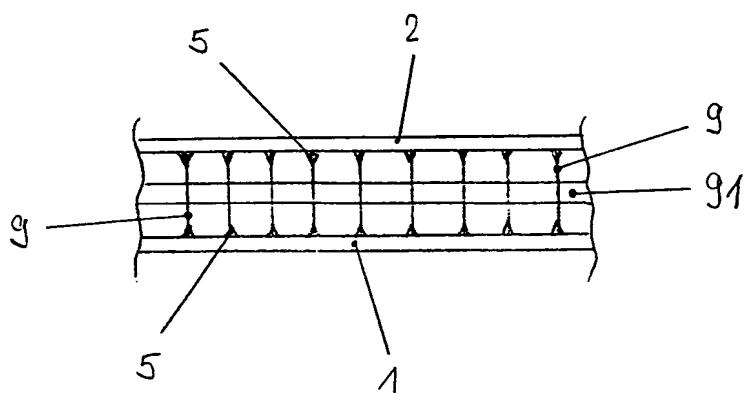


FIG. 4